

Evolución de la vegetación en la Sierra de Gata (Cáceres-Salamanca, España) durante el Holoceno reciente. Implicaciones biogeográficas

Daniel Abel Schaad^{1,2}, Ana M^a Hernández Carretero², José Antonio López Sáez¹, Fernando Javier Pulido Díaz², Lourdes López Merino¹ y Antonio Martínez Cortizas³

¹Grupo de Investigación "Arqueobiología", CCHS-CSIC, Albasanz 26-28, Madrid.
daniel.schaad@ch.csic.es, alopez@ih.csic.es

²Centro Universitario de Plasencia, Ingeniería Técnica Forestal, Universidad de Extremadura, Avda. Virgen del Puerto 2,
10600 Cáceres.

³Dpto. de Edafología e Química Agrícola, Facultade de Bioloxía – Campus Sur, 15782 Santiago de Compostela.

Resumen

Se presentan los resultados preliminares del análisis palinológico de la turbera de El Payo (Salamanca, España), situada en el sector occidental del Sistema Central en la Península Ibérica. La datación obtenida para la base es de 3.825 cal BP. La vegetación dominante hasta fechas muy recientes es el abedular de *Betula alba*, lo que supone una clara transición entre los robledales más húmedos de la Serra da Estrela y los pinares-abedulares más continentales de la Sierra de Béjar. Se describe el impacto de las actividades humanas y se discute la presencia de especies relictas eurosiberianas como el castaño, el roble carballo, el tejo o el olmo, y otras mencionadas en el área como el haya, el tilo o el carpe.

Palabras clave: Paleopalinología, Holoceno, Paleofitogeografía, Sierra de Gata, Cáceres, Salamanca, España.

Abstract

[Vegetation changes in Sierra de Gata (Cáceres-Salamanca, Spain) over Late Holocene. Biogeographic implications] Preliminary results are presented on the pollen analysis of El Payo mire (Salamanca, Spain), located in the western sector of the Central System of the Iberian Peninsula. The date obtained at the base is 3825 cal BP. Vegetation until recent times has been dominated by birch (*Betula alba*) forest, which shows a clear transition between more humid oak forests from Serra da Estrela and more continental pine-birch forests from Béjar mountain range. The impact of human activities is described and the presence of eurosiberian relic species in the pollen diagram like sweet chestnut, pedunculate oak, yew or elm, and in the area like beech, lime and hornbeam is discussed.

Keywords: Palaeopalynology, Holocene, Palaeophytogeography, Gata Range, Cáceres, Salamanca, Spain.

1. INTRODUCCIÓN

Los trabajos paleopalinológicos realizados en el sector occidental del Sistema Central de la Península Ibérica son numerosos, aunque se han centrado sobre todo en la Serra

da Estrela, en Portugal (Janssen & Woldringh, 1981; van den Brink & Janssen, 1985; van der Knapp & van Leeuwen, 1994, 1995, 1997) y en la Sierra de Béjar (Atienza, 1983). También se han estudiado un buen número de depósitos en la Sierra de Gredos (e.g. Dorado, 1993; An-

drade, 1994; Franco Múgica, 1995), en la Sierra de Guadarrama (e.g. Gil García, 1992; Vázquez, 1992; Ruiz del Castillo, 1993; Franco Múgica, 1995) y en la Sierra de Ayllón (Gil García, 1992; Franco Múgica, 1995; Franco Múgica *et al.*, 2001). Sin embargo, son escasos los estudios tanto en la vertiente meridional del Sistema Central (López Sáez *et al.*, 1997) como en extensas áreas occidentales, especialmente en la Sierra de Francia (Atienza, 1993; López Jiménez & López Sáez, 2005), y, más concretamente, en la Sierra de Gata, en la que hasta la fecha no se ha acometido ningún trabajo.

La situación de la turbera de El Payo (Fig. 1), junto al Puerto de Santa Clara, que separa ambas vertientes de la Sierra de Gata, y la localización de esta sierra entre las Sierras da Estrela al oeste y la de Béjar-Francia al este, proporcionan un interesante marco de estudio para una mejor comprensión del gradiente oceanidad-continentalidad que, de occidente a oriente, determina la fisonomía de los bosques del Sistema Central (Peinado Lorca & Rivas-Martínez, 1987; Franco Múgica, 1995; Costa Tenorio *et al.*, 1997). De este modo, en el período Subboreal, dominan los robledales en la Serra da Estrela, se observa la codominancia de pinos y abedules en la Sierra de Béjar, el dominio de los pinos en las Sierras de Gredos y Gua-

darrama (Franco Múgica, 1995) y, en el sector más oriental, la Sierra de Ayllón, se da una codominancia entre el pinar y el melojar (Gil García, 1992).

El área de estudio añade a este importante interés biogeográfico la presencia actual de especies relictas, situadas en el límite de su área de distribución. El interés es aún mayor cuando en las sierras aledañas, como la Serra da Estrela y la Sierra de Béjar, se han encontrado en el registro paleopalinológico holoceno especies desaparecidas en la región como *Fagus*, *Carpinus* o *Tilia* (van den Brink & Janssen, 1985; Atienza, 1993; Pulido *et al.*, 2007), o por la explicación de antiguas citas en la zona sobre la presencia de *Fagus sylvatica* (Rivas Mateos, 1898).

2. MARCO GEOGRÁFICO Y FÍSICO

La turbera de El Payo (Fig.1) se encuentra muy próxima al Puerto de Santa Clara, que separa las provincias de Cáceres y Salamanca (UTM: 29TPE 689552/4458271), en el sector salmantino de la Sierra de Gata, a 1.000 m de altitud, junto al cauce del Arroyo del Mostajo, que, junto con otros cauces de pequeña entidad, forman el río de Payo,

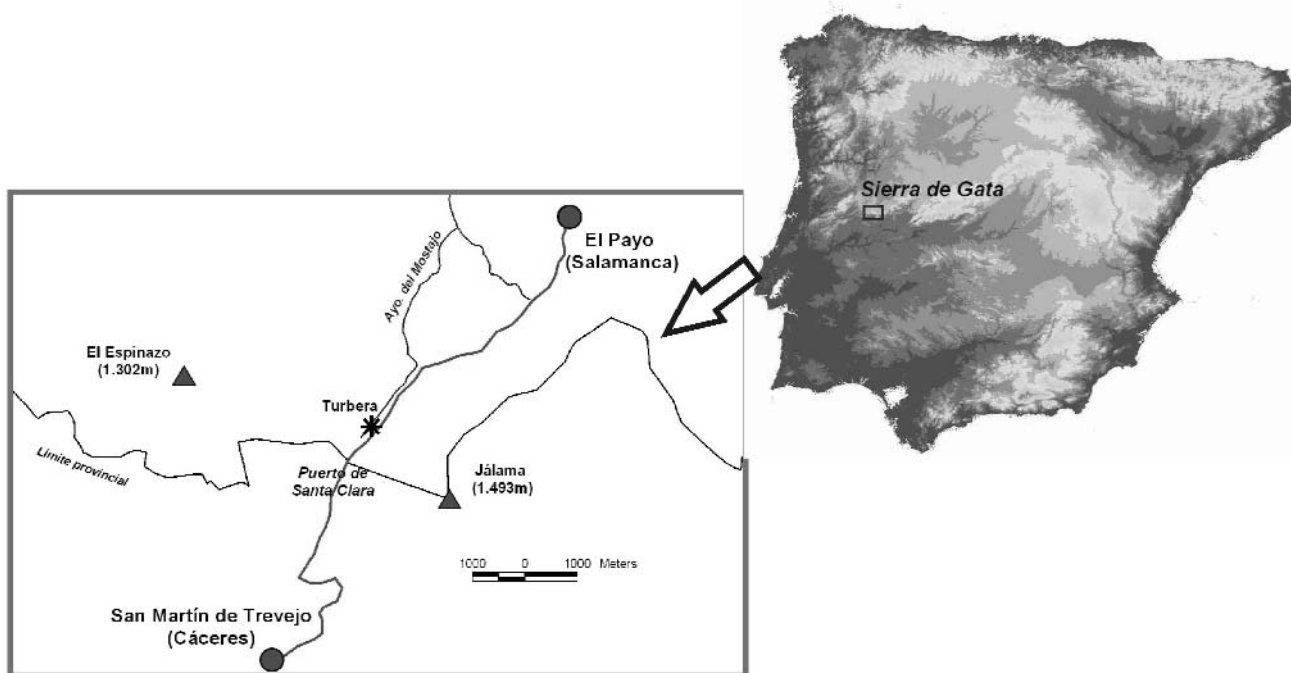


Figura 1. Situación del área de estudio.
Figure 1. Location of study area.

tributario del río Agueda que, tras pasar por Ciudad Rodrigo (Salamanca), desemboca en el río Duero.

La Sierra de Gata se encuentra en el sector occidental del Sistema Central, entre la Sierra de la Peña de Francia y la Serra da Estrela, ya en Portugal, que constituye el macizo más occidental de la cordillera. Supone el límite administrativo entre las provincias de Salamanca y Cáceres, entre España y Portugal, y, como el resto del Sistema Central, la divisoria de las cuencas del Duero y del Tago.

Los materiales geológicos dominantes son los granitos y las pizarras precámbricas, dispuestos en bandas paralelas de orientación NO-SE, que se fracturan en dirección NE-SO facilitando la formación de las diversas cuencas que vierten a uno u otro lado del macizo (IGME, 1982; Sánchez del Corral, 1994). Comparte con el resto del Sistema Central la diferente altitud del nivel de base en sus vertientes septentrional y meridional, aunque presenta una menor media altitudinal, situada aproximadamente en 1.000 m, con cotas máximas de 1.523 m (Bolla Grande) y de 1.493 m (Jálama).

La estación meteorológica más próxima al área de estudio, Navasfrías, en la provincia de Salamanca, situada a 902 m de altitud, señala una temperatura media anual de 11,3°C y una precipitación anual de 1.263 mm anuales, lo que situaría el área de estudio en el piso bioclimático supramediterráneo inferior con un ombroclima húmedo (Peinado Lorca & Rivas-Martínez, 1987). El régimen de los vientos ábregos hace que se produzca un notable incremento de la precipitación en las áreas más orientales y occidentales del Sistema Central, por lo que la Sierra de Gata se sitúa entre las áreas más húmedas de la cordillera.

El carácter fronterizo de la Sierra de Gata se refleja claramente en su vegetación, ya que se sitúa en el límite de las provincias corológicas Carpetano-Ibérico Leonesa y Luso-Extremadurenses, y se enriquece con numerosos elementos atlánticos resultado de la influencia oceánica que supone su situación geográfica (Peinado Lorca & Rivas-Martínez, 1987).

La vegetación potencial está constituida por melojares húmedos de la *Holco mollis-Quercetum pyrenaicae* (Peinado Lorca & Rivas-Martínez, 1987), característicos de este piso en el sector más occidental del Sistema Central, que se si-

túan, en las vertientes meridionales, por encima de los melojares subhúmedos luso-extremadurenses de la *Arbutus unedo-Quercetum pyrenaicae*, y en las septentrionales, por encima de los melojares subhúmedos carpetano-leoneses de la *Genista falcatae-Quercetum pyrenaicae*. Es característica la presencia de elementos atlánticos como *Linaria triornithophora*, *Erythronium dens-canis*, *Physospermum cornubiense*, *Omphalodes nitida*, *Simethis planifolia*, etc., que se añaden a los procedentes de las formaciones de cada una de las provincias corológicas citadas. Las orlas arbustivas están dominadas por *Genista florida* y *Cytisus striatus* o, sobre suelos con menor capacidad de retención hídrica, por *Cytisus multiflorus* y *Echinopartum ibericum*. En los brezales seriales la especie principal es *Erica australis*.

En la actualidad el área de estudio se encuentra dentro de un melojar degradado por la actividad ganadera, próximo a recientes repoblaciones de *Pinus sylvestris*. En las zonas de mayor altitud el paisaje está dominado por el matorral, en el que destacan las distintas formaciones de *Echinopartum ibericum*, *Cytisus oromediterraneus*, *C. striatus* y *Erica australis*. Junto a los cauces se desarrollan alisedas abiertas entre las que aún podemos observar ejemplares aislados de *Betula alba*, quizá vestigios de antiguos abedules que cubrirían amplias extensiones de la Sierra de Gata.

En la vertiente meridional del Puerto de Santa Clara se encuentra el célebre castaño de O'Soitu, que alberga otras especies leñosas como *Quercus robur*, *Ilex aquifolium*, *Sorbus latifolia*, *Ulmus glabra* y una enorme variedad de herbáceas que pueden considerarse relictos de carácter eurosiberiano (Pulido et al., 2007), junto a elementos luso-extremadurenses como *Arbutus unedo*, *Viburnum tinus*, *Cytisus multiflorus*, etc.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

El sondeo de la turbera de El Payo se realizó mediante una sonda rusa de 5 cm de diámetro, con la que se obtuvo un testigo sedimentario de 100 cm de profundidad, por debajo de la cual aparecían niveles de arenas y gravas. Las muestras para análisis polínico se estudiaron con un grado de resolución de 5 cm, por lo que se sometieron a análisis polínico 20 muestras en dicha turbera.

Se ha efectuado una caracterización de la turbera de El Payo (Fig. 2) en función del tipo de sedimentos presentes en la muestra, con el fin de aclarar determinados acontecimientos relevantes en su formación y, por ende, en la evolución del paisaje de su entorno, para lo que se ha utilizado el sistema de Aaby & Berglund (1986), en el que se describen las turberas en función de las propiedades físicas, el grado de humificación y la naturaleza de los depósitos.

En este estudio preliminar de la turbera de El Payo se ha realizado, por el momento, una sola datación radiocarbónica (AMS) en la base del testigo (100 cm.) para la que se ha obtenido una fecha de 3.560 ± 40 BP (Beta-230841), la cual, una vez calibrada por el propio laboratorio mediante la curva INTCAL04 (Reimer *et al.*, 2004), ofrece una fecha media, en el intervalo de mayor probabilidad, de 3.825 cal BP (1875 cal BC) a 2σ (cal BP 3.970 a 3.810 y cal BP 3.800 a 3.720).

El método químico utilizado para la extracción de polen, esporas y microfósiles no polínicos de las muestras ha

sido el clásico para este tipo de sedimentos (Faegry & Iversen, 1989; Moore *et al.*, 1991), utilizando licor de Thoulet para la separación densimétrica de los microfósiles polínicos y no polínicos (Goeury & Beaulieu, 1979). Además, al comienzo de cada tratamiento se añadió a cada muestra una pastilla de *Lycopodium*, elemento exógeno usualmente empleado para poder estimar la concentración polínica (Stockmarr, 1971). El tratamiento de datos y representación gráfica se ha realizado con ayuda de los programas TILIA y TGView (Grimm, 1992, 2004). Para la zonación polínica se ha realizado una clasificación divisiva con el programa CONISS (Grimm, 1987) incluido en el paquete TILIA.

Para la elaboración del diagrama polínico (Fig. 3) se han excluido de la suma base (500 granos) los taxa hidro-higrófitos y los microfósiles no polínicos, considerados de carácter local o extra-local, por lo que suelen estar sobre-representados (Wright & Patten, 1963), aunque su porcentaje relativo se ha calculado respecto a aquella. También se incluye un diagrama de concentración polínica (Fig. 4) simplificado de los distintos palinomorfos y

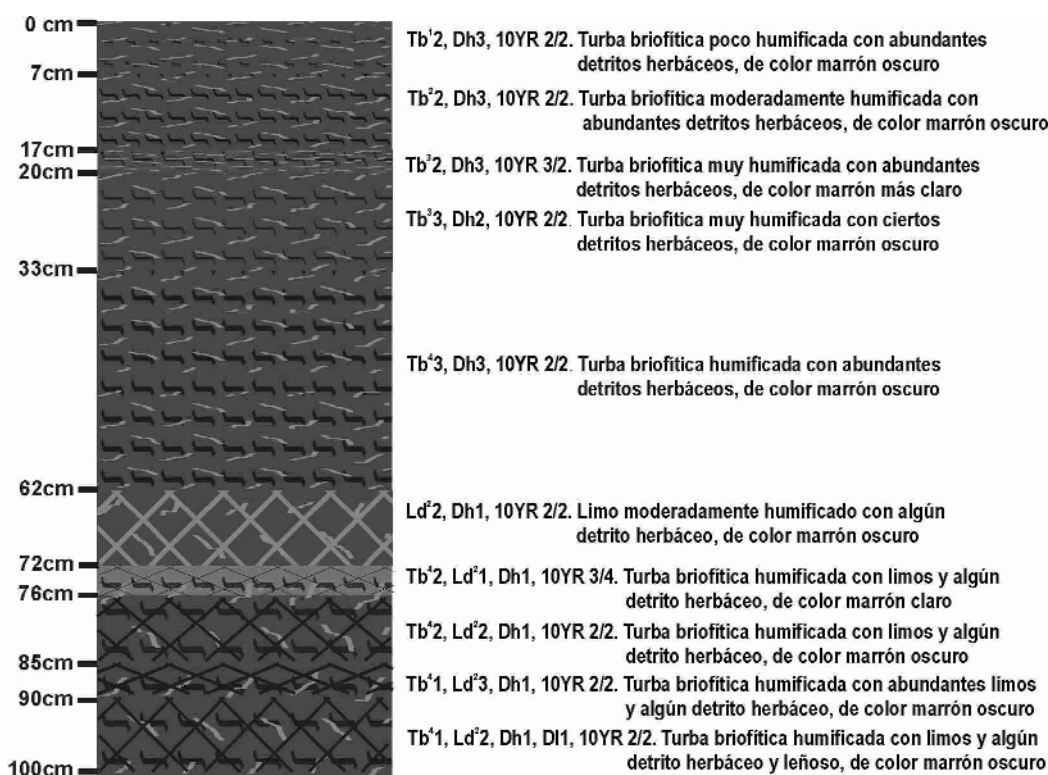


Figura 2. Esquema estratigráfico de la turbera de El Payo.
Figure 2. El Payo peat bog sedimentation graphic.

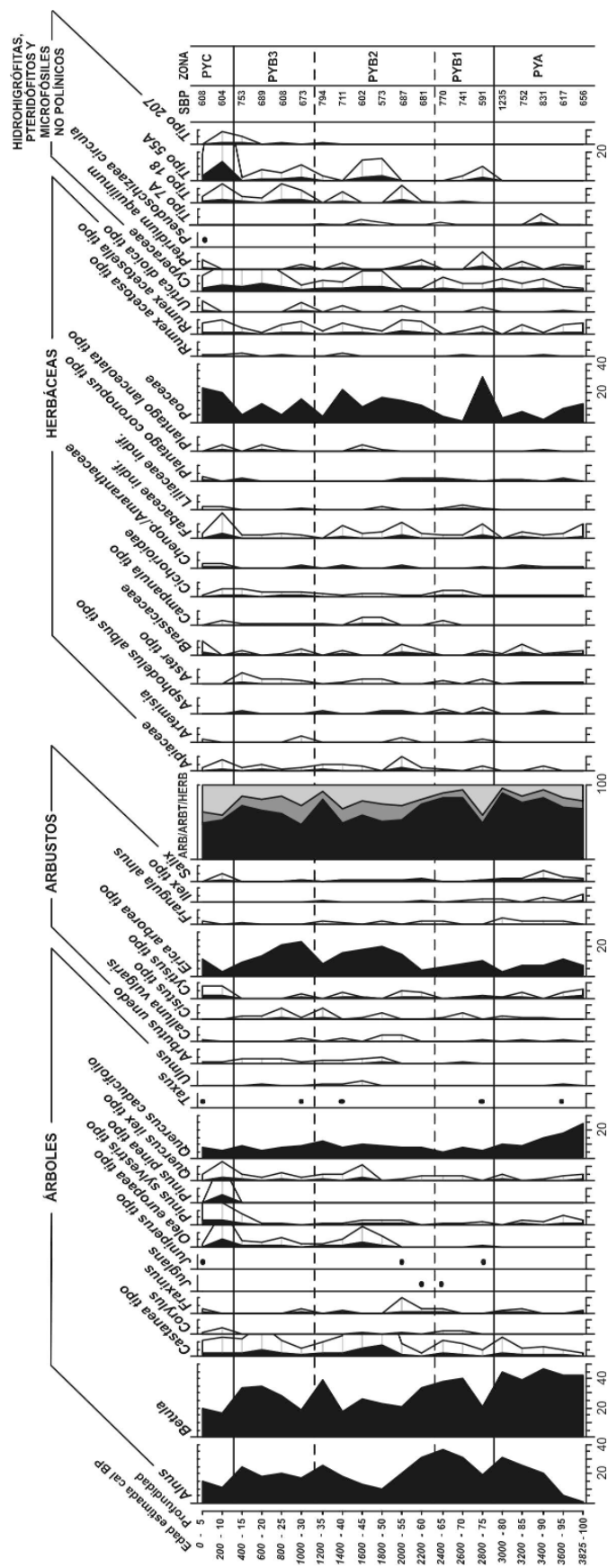


Figura 3. Diagrama polínico sintético de la turbera de El Payo.
Figure 3. El Payo peat bog synthetic pollen diagram.

microfósiles no polínicos para facilitar la interpretación de los resultados.

4. RESULTADOS

Según la datación obtenida se puede afirmar que la turbera de El Payo se formó hace unos 3.825 años. En la gráfica de sedimentación (Fig. 2) se observa la formación continua de turba desde la base del perfil, excepto en una corta sección de la columna, entre 62 y 72 cm., en la que no aparece turba, sino limos.

En el diagrama polínico de la turbera (Fig. 3), mediante la ayuda del programa CONISS, se han separado las siguientes zonas:

4.1. Zona PYA (100-78 cm)

En esta zona el porcentaje de polen arbóreo es el más alto de todo el perfil, llegando incluso al 95% a 80 cm. El taxón dominante es *Betula* (40%) acompañado en la base por *Quercus* caducifolio (24%), que experimenta una fuerte regresión hasta el 10%; y hacia el final de la zona por *Alnus*, que aparece en la base para alcanzar el 31 % final. Conviene destacar la notable presencia en esta subzona de *Castanea* tipo, que llega a alcanzar un 2,6%; de *Pinus sylvestris* tipo (1%) y de *Quercus ilex* tipo (<1%), así como la aparición puntual de *Corylus*, *Fraxinus*, *Taxus* y *Ulmus*. Entre las especies arbustivas destaca *Erica arborea* tipo, que llega a alcanzar el 11%, junto a *Cytisus* tipo (1%). También superan el 1% en esta subzona *Ilex* tipo y *Salix*, mientras que, de manera más puntual, aparecen *Frangula alnus* y *Cistus* tipo. Entre las herbáceas domina Poaceae, que desciende desde el 12% inicial hasta el 2%, acompañada de Fabaceae, Brassicaceae, *Rumex acetosella* tipo y Apiaceae, con porcentajes en torno al 1%, y, en menor medida, de otros taxa antropozoógenos como *Urtica dioica* tipo, Cichorioidae, *Aster* tipo y *Plantago* sp. Cyperaceae mantiene bajos niveles (1%) entre las hidrohígritas y *Pteridium aquilinum* (<1%) entre los helechos. No aparecen microfósiles no polínicos, a excepción del tipo 7A (*Chaetomium*).

4.2. Zona PYB (78-13 cm)

A lo largo de esta zona se producen hasta tres abruptos descensos de los niveles de polen arbóreo, con posteriores recuperaciones hasta llegar a un 84% final.

4.2.1. Subzona PYB1 (78-63 cm)

La curva de esta subzona se inicia con el primer gran descenso de polen arbóreo, que desciende hasta el 60%. *Betula* reduce su presencia a la mitad, al igual que *Quercus* caducifolio, mientras *Alnus* pasa del 31 al 19%. La curva del resto de arbóreas no sufre alteraciones significativas. Conviene destacar la presencia puntual de *Taxus* y *Juniperus* tipo. Las especies arbustivas, por el contrario, aumentan su representación gracias a la expansión de *Erica arborea* tipo, que alcanza el 10%. El resto de taxa mantiene sus niveles o los reduce significativamente como ocurre con *Ilex* tipo y *Salix*. Dentro del espectacular crecimiento de los niveles de polen no arbóreo, Poaceae alcanza el 31%, acompañado de Fabaceae (2%) y *Rumex acetosella* tipo (1%). El resto de taxa mantienen sus niveles, mientras que cabe destacar la aparición de *Artemisia*, Liliaceae y de *Asphodelus albus* tipo. Cyperaceae mantiene sus niveles, mientras que *Pteridium aquilinum* experimenta cierta expansión (2,4%). Entre los microfósiles no polínicos hay que destacar la aparición del tipo 55A (Sordariaceae).

4.2.2. Subzona PYB2 (63-33 cm)

Tras una fase de recuperación hasta los niveles previos al acusado descenso de prácticamente todos los taxa, se produce un nuevo y abrupto declive del polen arbóreo (90-71%) entre 60 y 55 cm de profundidad. *Betula* reduce significativamente sus porcentajes (33-18%) y aún más *Alnus* (36-10%). Por el contrario, *Quercus* caducifolio recupera sus porcentajes hasta el 10% al igual que lo hacen, en menor medida, *Quercus ilex* tipo (2%) y *Pinus sylvestris* tipo (1%). En esta subzona se inicia la curva continua de *Olea europaea* tipo, mientras que *Castanea* tipo alcanza sus máximos (7,5%). Puntualmente aparecen *Juglans* y *Juniperus* tipo y, hacia el final de esta fase, *Taxus* y *Ulmus*. *Erica arborea* tipo aumenta sus valores hasta el 20%, acompañada por *Cytisus* tipo, *Calluna vulgaris* y, de forma más esporádica, por *Cistus* tipo, todos ellos con porcentajes en torno al 1%. Comienza la curva continua

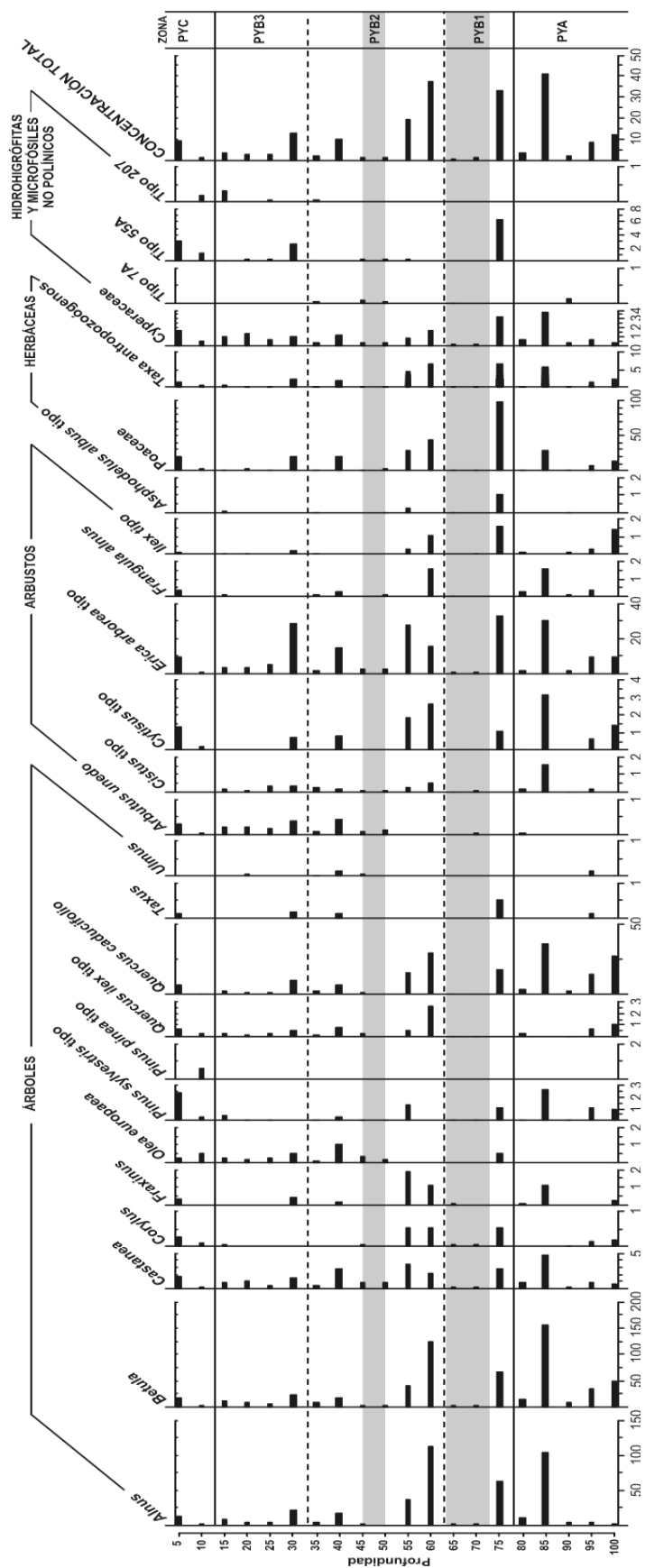


Figura 4. Diagrama sintético de concentración polínica. Se muestran sombreadas las zonas de mínima concentración polínica.
Figure 4. El Payo peat bog synthetic pollen concentration diagram. Areas of minimum pollen concentration are shaded shown.

de *Arbutus unedo* y la desaparición progresiva de *Ilex* tipo. En cuanto a las herbáceas, Poaceae experimenta un gran desarrollo (hasta el 22%), acompañada fundamentalmente por Fabaceae y *Rumex acetosella* tipo, con aproximadamente el 2%. Cyperaceae experimenta un fuerte descenso inicial (0,4%) y se va recuperando progresivamente (2%), mientras que *Pteridium aquilinum* aparece de forma cada vez más puntual. Entre los microfósiles no polínicos, el tipo 7A (*Chaetomium*) aparece esporádicamente mientras se inician las curvas continuas del tipo 55A (Sordariaceae) y del tipo 18.

Se produce una nueva y espectacular recuperación del polen arbóreo (92%) protagonizada por *Betula* (40%), *Alnus* (25%) y *Quercus caducifolia* (12%), frente a una acusado descenso de *Erica arborea* tipo (8%), Poaceae (4%), y de prácticamente todos los taxa asociados a la actividad ganadera.

4.2.3. Subzona PYB3 (33-13 cm)

Tras este episodio puntual de recuperación arbórea vuelve a producirse un nuevo evento de deforestación acusada. Descienden los porcentajes de *Betula* (19%) y, en menor medida, los de *Alnus* (18%) y *Quercus caducifolia* (9%). También se reduce la presencia del resto de taxa arbóreos: *Castanea* tipo, *Olea europaea* tipo, *Pinus sylvestris* tipo (que llega a desaparecer) y *Quercus ilex* tipo. Aparecen, de forma muy puntual, *Ulmus* y *Taxus*. Por el contrario, *Erica arborea* tipo alcanza sus máximos (24%). El resto de especies arbustivas mantienen sus niveles con significativa presencia de *Cistus* tipo, *Calluna vulgaris* y *Arbutus unedo*. En la misma línea, Poaceae vuelve a recuperar altos valores (16,5%) junto al resto de taxa antropozoógenos. Cyperaceae prácticamente desaparece mientras se da la puntual aparición de *Pteridium aquilinum*. Entre los microfósiles no polínicos, el tipo 55A retoma los valores que había alcanzado en la fase anterior.

La subzona finaliza con una última recuperación del nivel de polen arbóreo (hasta el 84%) liderada por *Betula* (33%), *Alnus* (25%) y *Quercus caducifolia* (9%), con la pequeña aportación de *Castanea* tipo (2,5%), *Olea europaea* tipo, *Pinus sylvestris* tipo y *Quercus ilex* tipo (en torno al 1%). Todas las especies arbustivas reducen su presencia, especialmente *Erica arborea* tipo (10%), excepto *Arbutus unedo*, que se mantiene en bajos niveles (<1%).

También decae Poaceae, con varios altibajos hasta situarse en el 5%, junto al resto de herbáceas. En esta fase se producen los máximos de Cyperaceae (5%) y se hace continua la curva del tipo 207 (*Glomus* cf. *fasciculatum*).

4.3. Zona PYC (13-0 cm)

En esta zona se igualan los valores más bajos de polen arbóreo (60%) que se produjeron al inicio de la subzona anterior. *Betula* (19%) y *Alnus* (15%) siguen siendo las protagonistas entre las especies arbóreas, seguidas de *Quercus caducifolia* (8%). Además, se observan los máximos de *Olea europaea* tipo (5%), *Pinus sylvestris* tipo (3%), y *Quercus ilex* tipo (2,6%). También aparece *Pinus pinea* tipo (5,6%) mientras que *Castanea* tipo se mantiene en bajos niveles (2,6%) y *Corylus* alcanza el 1%. En la muestra más superficial aparece *Taxus*. Entre las especies arbustivas se produce cierta expansión final de *Erica arborea* tipo (11%) y de *Cytisus* tipo (1,7%), con bajos porcentajes de *Arbutus unedo* y *Salix* (en torno al 1%). Poaceae experimenta un fuerte crecimiento (24%), acompañada de Fabaceae, Apiaceae, Brassicaceae, Cichorioidae, *Rumex acetosella* tipo y *Urtica dioica* tipo, que superan el 1%. Cyperaceae reduce sus porcentajes (2%), mientras crecen los de *Pteridium aquilinum* (>1%). En esta subzona se dan los máximos del tipo 55A y del tipo 207, así como la aparición de *Pseudoschizaea circula*.

Respecto al diagrama de concentración polínica (Fig. 4), se observa un notable acontecimiento entre 72 y 62 cm en el que se producen los mínimos de concentración polínica de todo el perfil. Se registra, además, un nuevo mínimo entre 50 y 45 cm.

5. DISCUSIÓN

5.1. El inicio de la formación de la turbera y la documentación de relictos eurosiberianos

La turbera de El Payo comenzó a formarse hacia 3.825 cal BP, es decir, en la segunda mitad del período Subboreal, fecha muy reciente en comparación con la época de formación del resto de turberas del sector occidental del Sis-

tema Central (Franco Múgica, 1995). La práctica totalidad de las turberas estudiadas en la Serra da Estrela tienen su origen en el período Boreal y en los inicios del Atlántico, mientras que en la Sierra de Béjar comenzaron a desarrollarse algo más tarde, a finales del período Boreal y en pleno período Atlántico. Según nos desplazamos hacia el este el inicio de la formación de las turberas del Sistema Central va siendo más reciente, salvo contadas excepciones. De este modo, la turbera de El Payo comenzaría a formarse en épocas similares a las de un buen número de turberas de las vertientes septentrionales de la Sierra de Gredos, fase que parece coincidir con un período neoglacial de carácter global (Font Tullot, 1988). La escasa antigüedad de la turbera estudiada puede explicarse por la menor altitud del área de estudio respecto al resto de las turberas occidentales, aunque no debe descartarse que la acumulación de turba en El Payo se haya debido a las modificaciones hidrológicas (aumento de la escorrentía y el encharcamiento superficial) inducidas por el aclarado de los bosques producto de las actividades humanas en la zona (Franco Múgica, 1995).

El paisaje estaba dominado en esas fechas por los abedules, gracias a las condiciones frías de ese período (Font Tullot, 1988; López García, 1997; Jalut *et al.*, 2000) y a la influencia de la humedad derivada de su proximidad al océano Atlántico. En la Serra da Estrela (Portugal) se producen en esta época los mínimos de *Betula alba* en el depósito de Charco da Candeira (Van der Knaap & van der Leeuwen, 1995), mientras mantiene porcentajes similares a los del área de estudio en Lagoa Comprida (Janssen & Woldringh, 1981). En la Sierra de Candelario el abedul no supera el 6% bajo el dominio de *Pinus*, mientras en la Sierra de Béjar también domina *Betula*, que inicia su declive en favor de *Pinus* (Atienza, 1993).

El aumento de las temperaturas en las últimas fases del período Subboreal (Font Tullot, 1988) habría favorecido la potente expansión del aliso en los numerosos cauces y vaguadas del área, que pasa de estar ausente a alcanzar un 31 % de presencia en el diagrama polínico, fenómeno que, a menor escala, también se produce en la misma época en el registro de Charco da Candeira en la Serra da Estrela (van der Knaap & van der Leeuwen, 1995). Este fulgurante desarrollo de las alisedas discurre paralelo al intenso declive de los robledales, en los que la participación de *Quercus robur* debió ser, sin duda, mucho más

importante que en la actualidad. Apoya esta afirmación la presencia de otros elementos atlánticos como el acebo, el tejo, el castaño, el avellano, el olmo o el arce, asociados en la actualidad a los bosques de roble carballo (Costa Tenorio *et al.*, 1997).

Los reducidos niveles de *Pinus sylvestris* tipo y de *Quercus ilex* tipo no permiten pensar en su presencia local. Los pinares presentes en el Subboreal en la Sierra de Béjar (Atienza, 1993) y los encinares de las zonas llanas meridionales parecen las áreas de distribución más probables de una y otra especie.

El territorio ya sufría en esta época los primeros síntomas de deforestación, en detrimento sobre todo de los robledales, pero también de los abedulares, para la apertura de pastizales sobre los que se desarrolla la incipiente ganadería, mediante el uso del fuego, como atestigua la presencia del microfósil no polínico de ecología carbonícol *Chaetomium* (tipo 7A) (van Geel, 1978; Kuhry, 1985). El impacto de esta actividad es moderado, lo que permite pensar en una ganadería no estante, sino de tipo estival o temporal, como corresponde al tipo de uso de la transición del Calcolítico a la Edad del Bronce (Stevenson & Harrison, 1992; López Jiménez & López Sáez, 2005; Gil-Romera, *et al.*, 2008). En estas fechas el paisaje del Charco da Candeira en la vecina Serra da Estrela (Portugal) entra dentro de una dinámica de “bosque antropogénico” (van der Knaap & van der Leeuwen, 1995).

La presencia del castaño se observa desde la base de la turbera de El Payo. Además, aparece en Lagoa Comprida (Serra da Estrela) hacia 5770 cal BP (van der Brink & Janssen, 1985) y en épocas prerromanas en la dehesa de Candelario, en la Sierra de Béjar (Atienza, 1993) o en la Sierra de Francia (López Jiménez & López Sáez, 2005), lo que permite pensar en áreas de refugio en la zona occidental del Sistema Central para esta especie, aparte de las propuestas por Krebs *et al.* (2004) y como corroboran otros trabajos (Conedera *et al.*, 2004; Benito Garzón *et al.*, 2007; García-Amorena *et al.*, 2007).

No se ha encontrado polen de *Fagus*, *Carpinus* y *Tilia* en la turbera de El Payo. En el caso del haya, la cuestión es clara dada su ausencia en zonas más occidentales, a pesar de las citas contemporáneas de la especie en la Sierra de Gata (Rivas Mateos, 1898) y de su localización en el re-

gistro polínico de la turbera de La Garganta (Sierra de Béjar, Cáceres) (Pulido *et al.*, 2007). Parece ser que, a pesar de su rápida expansión por la Península Ibérica durante el Holoceno Medio (Costa Tenorio *et al.* 1990; Martínez Atienza & Morla Juaristi, 1992; Ramil-Rego *et al.*, 2000; López-Merino *et al.*, 2008), no llegó a alcanzar estas zonas occidentales del Sistema Central antes de que el intenso impacto de las actividades humanas dificultase su extensión (Costa Tenorio *et al.*, 1997). No ocurre lo mismo con el carpe, cuyo polen se ha localizado tanto en la Sierra de Béjar entre 6000 y 4525 cal BP (Atienza, 1993) como en la Serra da Estrela entre 4940 y 3515 cal BP (Van den Brink & Janssen, 1985). Las áridas y frías condiciones climáticas del evento 4,0 ka BP (4.500-4.100 cal BP), que provocaron el declive de los taxa mesófilos (Jalut *et al.*, 2000; Carrión, 2002; Arroyo *et al.*, 2004) acabaron con su presencia en la Sierra de Béjar. Su carácter termófilo y pionero (Gardner & Willis, 1999; Willis *et al.*, 2000) permitieron una presencia más dilatada en el tiempo en la Serra da Estrela, gracias a una mayor influencia oceánica.

El tilo aparece en el período Subboreal en la Serra da Estrela (Janssen & Woldringh, 1981), y en el período Subatlántico en la Sierra de Béjar (Atienza, 1993), aunque siempre de forma testimonial. Un estudio de mayor resolución en la secuencia de la turbera de El Payo podría facilitar su localización en el área, ya que su presencia suele ser esporádica y muy puntual en los diagramas polínicos debido a su dispersión zoófila y a su baja producción polínica (Turner, 1962; Bueno *et al.*, 1993).

Tampoco se ha encontrado polen de cereal en la secuencia, lo que parece indicar cierta lejanía de las zonas aptas para su cultivo, ya que, en cambio, aparece de forma continua desde el período Atlántico en la Serra da Estrela (van der Knaap & van der Leeuwen, 1995), desde los inicios del Subatlántico en la Sierra de Francia (López Jiménez & López Sáez, 2005), y de forma esporádica desde Época Romana en la Sierra de Béjar (Atienza, 1993).

De este modo, nos encontramos en esta primera fase de desarrollo de la turbera, en la segunda mitad del período Subboreal, durante la Edad del Bronce, con un paisaje de transición entre unas condiciones más suaves y húmedas en la Serra da Estrela, que favorecieron el desarrollo de los robledales, y otras más continentales en la Sierra de Béjar que permitieron el dominio de los pinares sobre el

abedul, siguiendo el gradiente de mayor continentalidad hacia el este del Sistema Central (Franco Múgica, 1995; Costa Tenorio *et al.*, 1997). La antropización en las cercanías de El Payo es moderada, consistiendo únicamente en una baja presión pastoral no continuada.

5.2. El evento 2.800 cal BP y la mayor huella antrópica durante la Edad del Hierro, la Época Romana y la Edad Media

La siguiente zona viene determinada por el inicio de un nuevo período, el Subatlántico, marcado por un abrupto evento climático ocurrido a escala planetaria, definido por unas repentinas condiciones más frías y húmedas, que se sitúa en torno a 2.800 cal BP (Van Geel *et al.*, 2004), período en el que se datan numerosos eventos extremos, en especial, crecidas e inundaciones en la Península Ibérica (Benito, 2006). En la turbera parece detectarse este acontecimiento a pesar de la ausencia de dataciones radiocarbónicas.

En este período se produce el mínimo de concentración polínica del diagrama, junto con un significativo cambio en la sedimentación de la turbera que pasa de acumular turba a un nivel de limos humificados, probable consecuencia de la inundación de la turbera y la deposición de materiales de arrastre erosionados de la cuenca.

Los abedulares y el resto de formaciones arbóreas reducen notablemente su extensión, permitiendo una gran expansión de los brezales y un incremento de los pastizales. Esta apertura de claros muestra, además, una clara influencia antrópica, ya que se produce una intensificación de los usos ganaderos, como señalan los aumentos en los niveles de *Artemisia*, *Rumex acetosella* tipo o del microfósil no polínico de ecología coprófila tipo 55A (Sordariaceae) (van Geel, 1978; van Geel *et al.*, 2003), que indicaría el establecimiento de las cabañas ganaderas *in situ* (López Sáez *et al.*, 2000; López Sáez & López Merino, 2007). En el mismo sentido, el de la apertura del paisaje, hablan la presencia de ciertos tipos relacionados con el uso del fuego, tales como *Asphodelus albus* tipo y el aumento de Liliaceae. Por lo tanto, asistimos en esta época a la extensión de los pastizales mediante el uso del fuego, que favorece la instalación de nuevas comunidades hu-

manas en la zona, en un período marcado por una gran inestabilidad climática (Font Tullot, 1988; Desprat *et al.*, 2003).

En estos inicios del período Subatlántico la Serra da Estrela ya había sufrido una intensa deforestación, ya que aparecen los primeros síntomas de sobrepastoreo y los brezales ocupan amplios espacios del paisaje (van der Knaap & van der Leeuwen, 1995). En la Sierra de Béjar, la deforestación permite un postrero desarrollo de los abedulares en detrimento de los pinares en las zonas altas y de los robledales en zonas medias (Atienza, 1993).

Tras esta fase de ocupación del territorio se produce una intensa recuperación del arbolado, favorecida por unas condiciones más húmedas, tal y como indica la presencia desde entonces del microfósil no polínico correspondiente a ascósporas fúngicas tipo 18 (van Geel, 1978), relacionado con un aumento de la humedad (Mighall *et al.*, 2006), y por el abandono de la actividad ganadera, ya que desaparece el tipo 55A.

La llegada de la cultura romana cambia de nuevo la fisonomía del paisaje del área de estudio. La introducción de nuevos cultivos arbóreos como el castaño y el olivo, y la intensificación de la actividad ganadera, tras el corto período de abandono, fueron acompañadas por una nueva deforestación, más prolongada en el tiempo que la anterior, que afectó sobre todo a los abedulares y a las alisedas. Se extendieron los brezales y los pastos gramíneos, que llegaron a constituir entre ambos la mitad de la suma base polínica en este período.

A este intenso impacto antrópico en Época Romana hay que añadir el aumento de las temperaturas (López García, 1997; Desprat *et al.*, 2003). Estos dos factores unidos provocan la sustitución progresiva de los robledales atlánticos, probablemente con mayor presencia de *Quercus robur*, y con presencia de *Ilex aquifolium* en el sotobosque, por melojares de *Quercus pyrenaica*, en los que se data a partir de estas fechas la presencia continua del madroño, más adaptados al fuego y a la acción antrópica. Este hecho de cambio en la composición del sotobosque es una información muy valiosa a tal respecto, puesto que, desafortunadamente, el polen de las especies caducifolias de *Quercus* no puede diferenciarse. También se ven favorecidas durante este período más cálido otras es-

pecies como la encina e incluso el pino silvestre, que aumenta ligeramente su presencia en las zonas altas vecinas de la Sierra de Béjar (Atienza, 1993). También el matorral va cambiando su composición, lo que indica una creciente degradación de los suelos, con una mayor presencia de brechina, jaras y jaguarzos y una probable sustitución de *Erica arborea* por *Erica australis*.

La actividad ganadera es más continua y sostenida en el tiempo, como indica la continuidad de la curva de Sordariaceae (tipo 55), lo que favoreció la extensión de pastos. Así lo señala el incremento y la continuidad de las curvas de prácticamente todos los taxa antropozoógenos asociados a tal actividad, además de la utilización, también reiterada, del fuego, como indica *Chaetomium* (tipo 7A). Se trata de un cambio sincrónico en todas las secuencias limítrofes al área de estudio, aunque varía la intensidad de la acción antrópica en cada una de ellas. En Serra da Estrela las formaciones arbóreas se sitúan por debajo del 30%, con una extensión de los brezales de hasta el 35% (van der Knaap & van der Leeuwen, 1995), mientras que la intensidad deforestadora es menor en las Sierras de Béjar y Francia (Atienza, 1993) donde el arbolado nunca retrocede por debajo del 50%, al igual que ocurre en la Sierra de Gata.

Tras una nueva etapa de regeneración del arbolado como consecuencia del abandono de las actividades agroganaderas y de unas condiciones más frías e inestables, correspondientes al Episodio Frío Altomedieval (Font Tullot, 1988) o "Dark Ages" (Desprat *et al.*, 2003), en la que aparecen de forma puntual olmos y tejos, se produce un nuevo evento deforestador que coincide, con toda probabilidad, con la época de las repoblaciones-colonizaciones de los reinos cristianos en el inicio del II milenio AD, favorecidas por las óptimas condiciones climáticas del Episodio Cálido Medieval (Desprat *et al.*, 2003). Esta fase se corresponde con la destrucción del bosque en Serra da Estrela (van der Knaap & van der Leeuwen, 1995) y con el Segundo Período Agrícola en la Sierra de Béjar (Atienza, 1993). Ambas tienen en común un acusado declive de las formaciones arbóreas y la extensión de brezales y pastizales.

En nuestra zona de estudio se reduce el área de todas las formaciones arbóreas hasta los niveles de deforestación que se alcanzaron en Época Romana, por lo que se sigue

manteniendo una mayor cobertura arbórea que en las sierras adyacentes. Sin embargo, hay que destacar el espectacular avance de los brezales y, en menor medida, de los jarales, y no tanto de los pastizales, probablemente debido al uso como estivaderos de las zonas aledañas a la turbera. Apoyando los indicios de esta mayor huella antrópica durante la Edad Media, se observa también en esta fase un incremento de los cultivos de castaño y olivo.

Tras esta fase de deforestación se produce una nueva etapa de regeneración arbórea, protagonizada casi en exclusiva por el carácter pionero (David & Barbero, 1995) y la gran capacidad de regeneración frente a los incendios del abedul (Costa Tenorio *et al.*, 1997), que recupera terreno frente a los brezales, favorecido quizá por las condiciones más frías de la Pequeña Edad del Hielo (Manrique & Fernández-Cancio, 2000; Mauquoy *et al.*, 2002).

5.3. Las características del paisaje subactual y la intensificación del impacto humano

La zona más superficial de la turbera se caracteriza por nuevos mínimos en la cobertura arbórea, a pesar de las repoblaciones realizadas con pinos y la expansión de la encina y de los cultivos del olivo y, en menor medida, del castaño.

Tanto el abedul como el aliso registran sus mínimos porcentuales en todo el diagrama. En el caso del abedul podemos afirmar que es en esta fase más reciente cuando se da el paso de formaciones boscosas de abedular hacia comunidades de carácter más ripario en compañía del aliso, el sauce, el avellano o el fresno, tal y como podemos observar en la actualidad. Conviene recordar que esta situación se da hacia el final del período Subboreal tanto en la Serra da Estrela (Van der Brink & Janssen, 1985; Janssen & Woldringh, 1981) como en la Sierra de Béjar (Atienza, 1993), por lo que la pervivencia de los abedulares en la Sierra de Gata es muy posterior.

Las repoblaciones de pino se realizaron a costa de los extensos brezales que, si bien reducen su área inicialmente, vuelven a recuperar sus niveles junto con una notable expansión de los escobonales, favorecidos por la apertura

de claros en los bosques. Queda patente también la intensa erosión provocada por las tareas de repoblación a gran escala, como atestiguan los indicadores de procesos erosivos *Pseudoschizaea circula* y *Glomus* cf. *fasciculatum* (van Geel *et al.*, 1989; Pantaleón-Cano *et al.*, 1996), así como la desaparición de los madroños en la composición del matorral. También en esta última zona polínica, los pastizales alcanzan su máximo desarrollo, así como los indicadores de actividad ganadera anteriormente comentados y los taxa asociados a esta actividad, lo que denota una ganadería de tipo estante en las inmediaciones de la turbera, tal como ocurre en la actualidad

6. CONCLUSIONES

- La turbera de El Payo comenzó a formarse en la segunda mitad del período Subboreal, ca. 3.825 cal BP, época en la que ya se observa cierta actividad antrópica basada en la ganadería.
- La formación vegetal dominante hasta épocas muy recientes ha sido el abedular, mientras que los robledales de *Quercus robur* debieron ser más abundantes que en la actualidad, aunque desempeñaron un papel secundario. En la actualidad los abedules sólo aparecen aislados asociados a enclaves húmedos. Pinares y encinares tuvieron un carácter regional, hasta el desarrollo de las repoblaciones contemporáneas.
- A lo largo del perfil de la turbera pueden datarse, de forma relativa, acontecimientos climáticos extremos como el evento 2.800 cal BP e intensos impactos antrópicos, especialmente los producidos en cronología romana y la época de expansión de los reinos cristianos en el medioevo. Todos ellos han dejado su huella en el registro fósil en forma de deforestación, sobre todo mediante el uso del fuego para la apertura de claros que permitieron el desarrollo de los pastizales y la instalación de cultivos, principalmente castaños y olivos.
- La mayor intensidad de las actividades humanas ha ocurrido en los últimos siglos, en los que el bosque se encuentra completamente aclarado y el matorral domina en las zonas altas.
- La Sierra de Gata supone un área de transición entre la

Serra da Estrela y las Sierras de Béjar y Francia en el gradiente de oceanidad-continentalidad de oeste a este que presenta el Sistema Central, con unas características de alta humedad y baja temperatura que favorecen el desarrollo de los abedules, frente a la mayor termicidad estrellense que permite la expansión de los robledales, y la mayor aridez bejarana que facilita el establecimiento de los pinares montanos.

- Aunque no puede diferenciarse la morfología del grano de polen de las distintas especies de roble, a lo largo de la secuencia parece producirse la sustitución de los robledales más atlánticos de roble carballo, acompañados de acebo, por melojares acompañados de madroño, favorecida por el ascenso de las temperaturas durante el Período Cálido Romano y por el uso del fuego asociado secularmente a las actividades humanas.
- No se han encontrado muestras de polen de *Fagus*, *Carpinus* o *Tilia* en la secuencia, por lo que se emprenderá un estudio de mayor resolución para aclarar esta situación. Otros taxa como *Ulmus*, *Corylus* o *Taxus* presentan un carácter testimonial.
- La presencia de polen de castaño previa a la ocupación romana en esta turbera, así como en depósitos próximos, permite pensar en la posibilidad de un área de refugio para esta especie en el sector occidental del Sistema Central.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Aaby, B. y Berglund, B.E. 1986. Characterization of peat and lake deposits. En: Berglund, B.E. (Ed.), *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*, John Wiley & Sons Ltd., Chichester, 231-246.
- Andrade, A. 1994. *Dinámica de la vegetación durante los últimos 3.000 BP en las Sierras de la Paramera, La Serrota y Villafranca (Ávila) a partir del análisis polínico*. Tesis Doctoral, Universidad de Alcalá de Henares, Alcalá de Henares.
- Arroyo, J., Carrión, J.S., Hampe, A. y Jordano, P. 2004. La distribución de las especies a diferentes escalas espacio-temporales. En: Valladares, F. (Ed.), *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 27-67.
- Atienza Ballano, M. 1993. *Evolución del paisaje vegetal en las Sierras de Béjar y Francia durante el Holoceno, a partir del análisis polínico*. Tesis Doctoral, Universidad de Alcalá de Henares, Alcalá de Henares.
- Benito, G. 2006. Riesgos de inundaciones: tendencias históricas y perspectivas de acuerdo con el cambio climático. *Cuaternario y Geomorfología*, 20(3-4), 29-44.
- Benito Garzón, M., Sánchez de Dios, R. y Sáinz Ollero, H. 2007. Predictive modelling of tree species distributions on the Iberian Peninsula during the Last Glacial Maximum and Mid-Holocene. *Ecography*, 30, 120-134.
- Bueno, A., Vera, M.L. y Fernández, M.A. 1993. Estudio palinológico del género *Tilia* L. (Tiliaceae) en la Cornisa Cantábrica. *Anales de la Asociación de Palinólogos de Lengua Española*, 6, 51-57.
- Carrión, J. S. 2002. Patterns and processes of Late Quaternary environmental change in a montane region of southwestern Europe. *Quaternary Science Reviews*, 21, 2047-2066.
- Conedera, M., Krebs, P., Tinner, W., Pradella, M. y Torriani, D. 2004. The cultivation of *Castanea sativa* (Mill.) in Europe, from its origin to its diffusion on a continental scale. *Vegetation History and Archeobotany*, 13, 161-179.
- Costa Tenorio, M., García Antón, M., Morla Juaristi, C. y Sáinz Ollero, H. 1990. La evolución de los bosques de la Península Ibérica: una interpretación basada en datos paleobiogeográficos. *Ecología*, Fuera de serie, 1, 31-58.
- Costa Tenorio, M., Morla Juaristi, C. y Sainz Ollero, H. (Eds.) 1997. *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. Planeta, Barcelona.
- David, F. y Barbero, M. 1995. De l'histoire du genre *Betula* dans les Alpes Françaises du Nord. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 89, 455-467.
- Desprat, S., Sánchez Goñi, M.F. y Loutre, M.F. 2003. Revealing climatic variability of the last three millennia in northwestern Iberia using pollen influx data. *Earth and Planetary Science Letters*, 213, 63-78.
- Dorado, M. 1993. *Evolución de la vegetación durante el Holoceno en el Valle de Ambles (Ávila)*. Tesis Doctoral, Universidad de Alcalá de Henares, Alcalá de Henares.
- Fægri, K. e Iversen, J. 1989. *Textbook of Pollen Analysis*. 4th Edn. John Wiley & Sons, Chichester.
- Font Tullot, I. 1988. *Historia del clima de España. Cambios climáticos y sus causas*. Instituto Nacional de Meteorología, Madrid.
- Franco Múgica, F. 1995. *Estudio palinológico de turberas holocenas en el Sistema Central: reconstrucción paisajística y acción antrópica*. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma, Madrid.
- Franco Múgica, F., García Antón, M., Maldonado Ruiz, J., Morla Juaristi, C. y Sainz Ollero, H. 2001. Evolución de la vegetación en el sector septentrional del Macizo de Ayllón (Sistema Central). Análisis polínico de la turbera de Pelagallinas. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 59 (1), 113-124.
- García Amorena, I., Gómez Manzaneque, F., Rubiales, J.M., Granja, H.M., Soares de Carvalho, G. y Morla, C. 2007. The Late Quaternary coastal forests of western Iberia: A study of their macroremains. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 254, 448-461.
- Gardner, A. R. y Willis, K.J. 1999. Prehistoric farming and the postglacial expansion of beech and hornbeam: a comment on Küster. *The Holocene*, 9(1), 119-122.
- Gil García, M.J. 1992. *Dinámica de la paleovegetación en el sector oriental del Sistema Central español durante el Holoceno, en base al*

- análisis polínico. *Implicaciones climáticas*. Tesis Doctoral, Universidad de Alcalá de Henares, Alcalá de Henares.
- Gil Romera, G., García Antón, M. y Calleja, J.A. 2008. The late Holocene palaeoecological sequence of Serranía de las Villuercas (southern Meseta, western Spain). *Vegetation History and Archaeobotany*, 17, 653-666.
- Goeury, C. y Beaulieu, J. L. de 1979. À propos de la concentration du pollen à l'aide de la liqueur de Thoulet dans les sédiments minéraux. *Pollen et Spores*, 21, 239-251.
- Grimm, E.C. 1987. Coniss: a Fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares. *Computers & Geosciences*, 13 (1), 13-35.
- Grimm, E.C. 1992. *Tilia*, version 2. Springfield. IL 62703. USA: Illinois State Museum. Research and Collection Center.
- Grimm, E.C. 2004. *TGView*. Illinois State Museum, Springfield.
- IGME, 1982. Plasencia. *Mapa Geológico de España*, E. 1:200.000. Ministerio de Industria, Servicio de Publicaciones, Madrid.
- Jalut, G., Amat, A.E., Bonnet, L., Gauquelin, T. & Fontugne, M. 2000. Holocene climatic changes in the Western Mediterranean, from south-east France to south-east Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 160, 255-290.
- Janssen, C. y Woldringh, R.E. 1981. A preliminary radiocarbon dated pollen sequence from the Serra da Estrela, Portugal. *Finisterra*, 16 (32), 299-309.
- Krebs, P., Conedera, M., Pradella, M., Torriani, M., Felber, D. y Tinner, W. 2004. Quaternary refugia of the sweet chesnut (*Castanea sativa* Mill.): an extended palynological approach. *Vegetation History and Archaeobotany*, 13, 145-160.
- Kuhry, P. 1985. Transgression of a raised bog across a coversand ridge originally covered with an oak-lime forest. Palaeoecological study of a Middle Holocene local vegetational succession in the Amstven (northwest Germany). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 44, 303-353.
- López García, P. (Ed.) 1997. *El Paisaje Vegetal de la Comunidad de Madrid durante el Holoceno Final*. Serie Arqueología, Paleontología y Etnografía, Monográfico 5, Consejería de Educación y Cultura de la Comunidad de Madrid, Madrid.
- López Jiménez, O. y López Sáez, J.A. 2005. Paleoambiente y formación de los paisajes antiguos de la comarca de la Sierra de Francia (Salamanca, España): de la estructura social a la creación del paisaje. *Cuaternario y Geomorfología*, 44, 5-24.
- López-Merino, L., López Sáez, J.A., Ruiz Zapata, M.B. y Gil García, M.J. 2008. Reconstructing the history of beech (*Fagus sylvatica* L.) in the north-western Iberian Range (Spain): From Late-Glacial refugia to the Holocene anthropic-induced forests. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 152, 58-65.
- López Sáez, J.A., López García, P. y Macías Rosado, R. 1997. Acción antrópica y reconstrucción de la vegetación durante el Holoceno reciente en el valle del Tiétar, Sierra de Gredos (Ávila). *Cuaternario y Geomorfología*, 11, 43-54.
- López Sáez, J.A. y López Merino, L. 2007. Coprophilous fungi as a source of information of anthropic activities during the Prehistory in the Amblés Valley (Ávila, Spain): the archaeopalynological record. *Revista Española de Micropaleontología*, 39 (1-2), 103-116.
- López Sáez, J.A., van Geel, B. y Martín Sánchez, M. 2000. Aplicación de los microfósiles no polínicos en Palinología Arqueológica. En: Oliveira Jorge, V. (Ed.), *Contributos das Ciências e das Tecnologias para a Arqueologia da Península Ibérica*, Actas 3º Congresso de Arqueologia Peninsular, vol. IX. Adecap, Oporto, 11-20.
- Manrique, E. y Fernández-Cancio, A. 2000. Extreme climatic events in dendroclimatic reconstructions from Spain. *Climatic Change*, 44, 123-138.
- Martínez Atienza, F. y Morla Juaristi, C. 1992. Aproximación a la Paleocorología Holocena de *Fagus* en la Península Ibérica a través de datos paleopolínicos. *Investigaciones Agrarias*, Fuera de serie, 1, 135-145.
- Mauquoy, D., van Geel, B., Blaauw, M. y van der Plicht, J. 2002. Evidence from northwest European bogs shows 'Little Ice Age' climatic changes driven by variations in solar activity. *The Holocene*, 12 (1), 1-6.
- Mighall, T., Martínez Cortizas, A., Biester, H. y Turner, S.E. 2005. Proxy climate and vegetation changes during the last five millennia in NW Iberia: pollen and non-pollen palynomorph data from two ombrotrophic peat bogs in the North Western Iberian Peninsula. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 141, 203-223.
- Moore, P. D., Webb, J. A. y Collinson, M. E. 1991. *Pollen analysis*. Blackwell Scientific Publications, Londres.
- Pantaleón-Cano, L., Pérez-Obiol, R., Yll, E.I. y Roure, J.M. 1996. Significado de *Pseudoschizaea* en secuencias sedimentarias de la vertiente mediterránea de la Península Ibérica e islas Baleares. En: Ruiz Zapata, M.B. et al. (Eds.), *Estudios Palinológicos, XI Simposio de palinología (A.P.L.E.)*. Universidad de Alcalá de Henares, Alcalá de Henares, 101-105.
- Peinado Lorca, M. y Rivas-Martínez, S. (Eds.). 1987. *La vegetación de España*. Colección Aula Abierta, Universidad de Alcalá de Henares, Alcalá de Henares.
- Pulido, F., Sanz, R., Abel, D., Ezquerro, J., Gil, A., González, G., Hernández, A., Moreno, G., Pérez, J.J., y Vázquez, F. 2007. *Los bosques de Extremadura, evolución, ecología y conservación*. Junta de Extremadura. Mérida.
- Ramil-Rego, P., Rodríguez Guitián, M.A., Muñoz Sobrino, C. y Gomez-Orellana, L. 2000. Some considerations about the postglacial history and recent distribution of *Fagus sylvatica* in the NW Iberian Peninsula. *Folia Geobotanica*, 35, 241-271.
- Reimer, P.J., Baillie, M.G.L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Bertrand, C.J.H., Blackwell, P.G., Buck, C.E., Burr, G.S., Cutler, K.B., Damon, P.E., Edwards, R.L., Fairbanks, R.G., Friedrich, M., Guilderson, T.P., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kromer, B., McCormac, G., Manning, S., Ramsey, C.B., Reimer, R.W., Remmele, S., Southon, J.R., Stuiver, M., Talamo, S., Taylor, F.W., van der Plicht, J. y Weyhenmeyer, C.E. 2004. IntCal04 Terrestrial Radiocarbon Age Calibration, 0 to 26 cal Kyr BP. *Radiocarbon*, 46, 1029-1058.
- Rivas Mateos, M. 1898. Flora de la provincia de Cáceres. *Anales Instituto Botánico A.J. Cavanilles*, 30, 235-255.
- Ruiz del Castillo, J. 1993. *Análisis palinológico de nueve perfiles turbosos cuaternarios en el sector oriental del Sistema Central Español*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense, Madrid.

- Sánchez del Corral Jiménez, A. 1994. El contacto montaña-superficies inferiores en la vertiente Sur de la Sierra de Gata (Sistema Central español, Cáceres). *Cuaternario y Geomorfología*, 8(1-2), 45-55.
- Stevenson, A. C. y Harrison, R.J. 1992. Ancient forests in Spain: a model for land-use and dry forest management in South-west Spain from 4000 BC to 1900 AD. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 58, 227-247.
- Stockmarr, J. 1971. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores*, 13, 614-621.
- Turner, J. 1962. The *Tilia* decline: an anthropogenic interpretation. *New Phytologist*, 61, 328-341.
- van den Brink, L. M. y Janssen, C.R. 1985. The effect of human activities during cultural phases on the development of montane vegetation in the Serra da Estrela, Portugal. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 44, 193-215.
- van der Knaap, W.O. y van Leeuwen, J.F.N. 1994. Holocene vegetation, human impact, and climatic change in Serra da Estrela, Portugal. *Dissertationes Botanicae*, 234, 497-535.
- van der Knaap, W.O. y van Leeuwen, J.F.N. 1995. Holocene vegetation and degradation as responses to climatic change and human activity in the Serra da Estrela, Portugal. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 89, 153-211.
- van der Knaap, W.O. y van Leeuwen, J.F.N. 1997. Late Glacial and early Holocene vegetation succession, altitudinal vegetation zonation, and climatic change in the Serra da Estrela, Portugal. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 97 (3/4), 239-285.
- van Geel, B. 1978. A palaeoecological study of Holocene peat bog sections in Germany and the Netherlands, based on the analysis of pollen, spores and macro- and microscopic remains of fungi, algae, cormophytes and animals. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 25, 1-120.
- van Geel, B., Coope, G.R. y Hammen, T. van der. 1989. Palaeoecology and stratigraphy of the Late-glacial type section at Usselo (The Netherlands). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 60, 25-129.
- van Geel, B., Buurman, J., Brinkkemper, O., Schelvis, J., Aptroot, A., van Reenen, G. y Hakbijl, T. 2003. Environmental reconstruction of a Roman Period settlement site in Uitgeest (The Netherlands), with special reference to coprophilous fungi. *Journal of Archaeological Science*, 30, 873-883.
- van Geel, B., Bokovenko, N.A., Burova, N.D., Chugunov, K.V., Dergachev, V.A., Dirksen, V.G., Kulkova, M., Nagler, A., Parzinger, H., Van der Plicht, J., Vasiliev, S.S. y Zaitseva, G.I. 2004. Climate change and the expansion of the Scythian culture after 850 BC: a hypothesis. *Journal of Archaeological Science*, 31, 1735-1742.
- Vázquez, R. 1992. *Evolución del paisaje vegetal durante el Cuaternario reciente en la zona central y oriental de la Sierra de Guadarrama a partir del análisis palinológico*. Tesis Doctoral, Universidad de Alcalá de Henares, Alcalá de Henares.
- Willis, K., Rudner, E. y Sümegei, P. 2000. The Full-Glacial Forests of Central and Southeastern Europe. *Quaternary Research*, 53, 203-213.
- Wright, H. E. y Patten, H. J. 1963. The pollen sum. *Pollen et Spores*, 5 (2), 445-450.

MANUSCRITO RECIBIDO: 9 de diciembre, 2008

MANUSCRITO ACEPTADO: 21 de enero, 2009

